



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Caracterización del humus proveniente de cuatro mezclas orgánicas
producido por lombrices del genero *Eisenia*, en Tarapoto**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Wilfredo Amasifuen Fasanando

ASESOR:

Ing. M.Sc. Pardo Miguel Moncada Morí

Tarapoto – Perú

2003

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Caracterización del humus proveniente de cuatro mezclas orgánicas
producido por lombrices del genero *Eisenia*, en Tarapoto**

AUTOR:

Wilfredo Amasifuen Fasanando

Sustentada y aprobada el día 10 de enero del 2003 ante el honorable jurado

.....
Ing. Dr. Julio Armando Ríos Ramírez
Presidente

.....
Blgo. Dr. Winston Franz Ríos Ruiz
Secretario

.....
Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez
Miembro

.....
Ing. M.Sc. Pardo Miguel Moncada Mori
Asesor

Declaración de Autenticidad

Wilfredo Amasifuen Fasanando, egresado(a) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de AGRONOMÍA, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con DNI N° 01132520, con la tesis titulada: **Caracterización del humus proveniente de cuatro mezclas orgánicas producido por lombrices del género *Eisenia*, en Tarapoto.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), **falsificación** (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 10 de Enero del 2003


Wilfredo Amasifuen Fasanando
DNI N° 01132520



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Amasifuen Fasanando Wilfredo		
Código de alumno :	93-002	Teléfono:	947-841702
Correo electrónico :	Wilfredo-so@hotmail.com	DNI:	01132520

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ciencias Agrarias
Escuela Profesional de:	Agronomía

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos de trabajo de investigación

Título:	Caracterización del Humus Proveniente de Cuatro Mezclas Orgánicas Producido por Lombrices del Género Eisenia, en Tarapoto
Año de publicación:	2003

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indiquen el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el Inciso 12.2, del Artículo 12° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigaciones para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales –RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.


.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T.

Fecha de recepción del documento:

05 / 09 / 2019



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM-T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

****Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a Dios, quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Agradecimiento

Este presente trabajo agradecemos a mis queridos padres JULIO y AYDE y a mi señora esposa KEYLI, porque me brindaron su apoyo tanto moral y económicamente para seguir estudiando y lograr el objetivo trazado para un futuro mejor y ser orgullo para ellos y de la familia.

Gracias...

Primero y como más importante, me gustaría agradecer sinceramente a todos mis profesores que me dieron la formación profesional es especial a mi asesor PARDO MIGUEL MONCADA MORI, su esfuerzo y dedicación, sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia. Su paciencia y su motivación han sido fundamentales para concluir este trabajo.

Índice general

Página

Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Resumen	xi
Abstract	xii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	2
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	13
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
CONCLUSIONES.....	38
RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXOS	42

Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Datos meteorológicos registrados durante el experimento	13
Tabla 2: Desechos vegetales recolectados.....	14
Tabla 3: Desechos pecuario recolectados.....	14
Tabla 4: Distribución de los tratamientos en el experimento	15
Tabla 5: Análisis de varianza del diseño experimental	15
Tabla 6: Evaluación del alimento preparado	19
Tabla 7: Distribución del alimento por lecho	19
Tabla 8: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el incremento de la población	24
Tabla 9: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el incremento del peso de la lombriz roja	25
Tabla 10: Prueba de rangos múltiples de Duncan para el incremento de longitud de la lombriz roja	26
Tabla 11: Prueba de rangos múltiples de Duncan para el número de huevos producidos por la lombriz roja	27
Tabla 12: Prueba de rangos múltiples de Duncan para el peso de cinco de huevo de la lombriz roja	28
Tabla 13: Prueba de rangos múltiples de Duncan para el número de lombricillas por capullo de la lombriz roja.....	29
Tabla 14: Prueba de rangos múltiples de Duncan para la cantidad de humus producidos en cada tratamiento	30
Tabla 15: Relación Costo/Beneficio del humus producido en cada tratamiento.....	31
Tabla 16: Análisis físico químico del humus por tratamiento.....	31

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Literas construidas e incorporadas con las fuentes de fibra y estiércoles por tratamiento	17
Figura 2: Incremento poblacional de la Lombriz	24
Figura 3: Incremento del peso (g) en la Lombriz Roja.....	25
Figura 4: Incremento de la Longitud (cm) de la Lombriz Roja.....	26
Figura 5: Número de huevos producidos por la Lombriz Roja	27
Figura 6: Peso de huevos de la Lombriz Roja	28
Figura 7: Número de lombrices por capullo producido por la Lombriz Roja	29
Figura 8: Cantidad de Humus de Lombriz producido	30

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en el Distrito de la Banda de Shilcayo en un terreno frutícola a la altura del ex Hotel de Turistas, Región San Martín, en el periodo Enero – Setiembre 2001. Utilizando 5 tratamientos con 4 repeticiones para cada uno. T₁: Lombriz E. Foetida + Estiércol de Vacuno + cascarilla de arroz, T₂: Lombriz E. Foetida + Estiércol de Vacuno + cáscara de cacao, T₃: Lombriz E. Foetida + Estiércol de Vacuno + cáscara de cítricos, T₄: Lombriz E. Foetida + Estiércol de Vacuno + bagazo de caña de azúcar, Testigo: Lombriz E. Foetida + Estiércol de Vacuno + residuos vegetales. La importancia del presente estudio en haber determinado la crianza y la producción de la lombriz roja *Eisenia foetida*, donde se utilizaron 4 tipos de abonos orgánicos en la producción de los alimentos, en una proporción de 2 de estiércol por 1 de desechos agrícolas. La mayor población y peso fue obtenido en el tratamiento 4, con el tratamiento 5 se logró mayor longitud, sin embargo el humus de mayor calidad se obtuvo con el tratamiento 2, siendo el tratamiento T-1 el más económico, por haber mayor cantidad de humus.

Palabras clave: Lombriz Roja, estiércol, población, humus de lombriz

Abstract

This research was developed in the District Band Shilcayo a fruit ground up near to the Last Tourist Hotel, San Martin region, in the period January - September 2001. Using 5 treatments with 4 repetitions for each, T1: earthworm *E. foetida* + Cow manure + rice husk, T2: earthworm *E. foetida* + Cow manure + cocoa shell, T3: earthworm *E. foetida* + Cow manure + citrus peel, T4: earthworm *E. foetida* + cattle manure + sugarcane bagasse, Witness: earthworm *E. foetida* + + cow manure waste plant. The importance of this study have determined the breeding and production of earthworm *Eisenia foetida* red, with 4 types of organic fertilizers were used in the production of food, at a ratio of 2 to 1 agricultural manure waste. The population and weight was obtained in treatment 4, treatment five longest was achieved, but the humus of better quality was obtained with treatment 2, where the treatment T-1 cheap, having as much humus.

Keywords: Red Worm, manure, population, vermin compost.



Introducción

La Lombricultura, aparece por primera vez en el Perú, en el año de 1986 (9) y desde ese momento ha despertado en enorme interés en los ámbitos de la agricultura, agroindustrial, comercial y técnico. Indudablemente, tenemos ante nosotros una actividad novedosa y fascinante, que podría utilizarse en la solución de graves problemas de actualidad y de interés mundial.

Uno de los problemas, en los trópicos es la disminución acelerada de la fertilidad de los suelos por la lixiviación (3) a parte del costo de producción que es alto, debido fundamentalmente al elevado precio de los fertilizantes químicos, los que día a día se alejan del agricultor, por lo que es necesario recurrir a otras fuentes, como los abonos orgánicos, ya que son sustancias que contienen, los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, además mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

Frente a esta realidad, nos corresponde tomar medidas alternativas que tienden a mejorarla y dinamizarla; sin desequilibrar el ecosistema, pretendiendo el empleo de recursos propios de la zona, por estar al alcance de los campesinos, muchas veces sin, costo alguno.

Por esta razón, la Lombricultura se presenta como una gran alternativa para la producción de abonos orgánicos, a partir de rastrojos de cosecha y desechos de origen animal.

Esta inquietud, condujo a plantear en el trabajo de investigación en aplicar diferentes mezclas orgánicas, como fuente de alimentación de lombrices del género, *Eisenia* para la obtención del humus, sus características y además su influencia de la alimentación, en la densidad poblacional y biomasa de la lombriz.

El trabajo de investigación tuvo como objetivos el de probar el efecto del estiércol de vacuno y cinco mezclas orgánicas (cítricos, arroz, cacao, caña de azúcar y restos vegetales) en la densidad poblacional y aumento de la biomasa de la lombriz roja.

Determinar, las características físicas – químicas del humus producido por la lombriz roja, en sustrato de estiércol de ganado vacuno y desechos de cinco especies vegetales y evaluar la relación costo/beneficio de los tratamientos estudiados.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Características general de las lombrices

Barnes (1980), detalla las características más resaltantes de las lombrices.

- Las lombrices domesticas pueden criarse en cautiverio, en pozas o lechos contruidos para este objetivo.
- La especie domesticas es *Eisenia foetida* o lombriz californiana.
- La lombriz es de color oscuro, respira por la piel, no tiene dientes y succiona su alimento por la boca.
- Estas lombrices pueden vivir en promedio 4 años, pudiendo llegar hasta los 16 años.
- La lombriz es un gusano (anélido), hermafrodita, cada una de ellas posee los dos órganos sexuales (macho y hembra) pero separados.
- Para multiplicarse se acoplan (juntan); es decir, giran en sentido opuesto y se unen por intermedio de sus criterios (parte ensanchado de su cuerpo), permitiendo de esta manera que el aparato genital masculino de la primera se una con el aparato genital femenino de la otra y viceversa. Esto ocurre cada 7 días y desde que las lombrices tienen 3 meses de edad para adelante.
- Después del acople de dos lombrices cada una de ellas pone un huevo o cápsula que tiene la forma de una pera.
- Estos huevos apenas puestos por la lombriz son de color blanco arenoso. A los pocos minutos se vuelven amarillo verdoso y luego con el tiempo se van haciendo más oscuros.
- Después de 21 días el huevo o cápsula se rompe y pueden salir de la lombricillas, las cuales desde su nacimiento pueden comer y valerse por sí mismas.
- Las lombricillas recién nacidas son blancas, a los 5 días se tornan rojizas y a las 2 o 3 semanas toman el color de sus padres, es decir, rojas.
- El tamaño de las lombricillas varía de menos de medio centímetro a dos centímetros, pero crecen muy rápido, y a los 3 meses adquieren su tamaño, peso y características de adulto.

- Una lombriz adulta mide de 5 a 10 cm y pesa entre medio y un gramo, a la edad de 3 meses ya son fértiles y se reconocen por la aparición del clitelio, que viene a ser el órgano reproductor de la lombriz.
- Cada lombriz come tan igual como pesa: Por ejemplo 50,000 lombrices criadas, consumen 50 kilos de alimento (materia orgánica descompuesta) por día; de este alimento consumido, 20 Kg, le sirven para su sustento o mantenimiento, y los 30 kilos restantes son excretados en la parte superior del lecho. A esta excreta se le llama comúnmente Humus. Todas estas características de vida, producción y producción y reproducción de las lombrices se dan a temperaturas adecuadas, es decir, entre 18°C a 25°C, con una humedad relativa de 40 a 80% y de otros cuidados más, que si no ocurren, las lombrices no prosperaran.

1.2 Elección de áreas para la lombricultura

Coral (1994), manifiesta lo siguiente:

- La Lombricultura puede desarrollarse en cualquier parte del país; sin embargo, no puede hacerse en terrenos con pendientes pronunciadas, carentes de agua y sobre los 4000 metros de altitud.

Cuando no se tiene estas limitaciones, para instalar un criadero de lombrices, se debe proceder de la siguiente manera:

- Opte por elegir un terreno llano o plano, no pedregoso, ni propenso a inundarse, tampoco debe ser muy arenosos ni arcilloso.
- El terreno seleccionado debe tener acceso fácil de agua.
- Se deben considerar o seleccionar cuatro áreas.

Las áreas son las siguientes:

- Área para lechos.
- Área para preparación de alimentos.
- Área para almacenamiento de insumos.
- Área para almacenamiento de humus.

1.3 Crianza de lombrices para producir humus

1.3.1 Preparación del alimento

Según Calderón (1991), las lombrices aprovechan muy bien todo tipo de desechos orgánicos (residuos de cosecha, principalmente). Del grado de acidez o alcalinidad del alimento depende el éxito de la crianza de lombrices. La lombriz vive en su alimento. Un lombricultor (persona que se dedica a la crianza de lombrices) que recién empieza debe mezclar en partes iguales gusano de su corral con rastros de sus cultivos. Por ejemplo, si usa 25 carretillas de guano de ganado vacuno debe usar también unas 25 carretillas de rastros.

El mismo autor, Calderón (1991), describe la metodología (pasos) para preparar el alimento para las lombrices de la siguiente manera:

- a) Sobre el suelo se coloca una capa de 10 a 20 centímetros de altura de rastros vegetales.
- b) Agregar una capa de 10 a 20 centímetros del guano de corral, o estiércol, extendiéndolo de manera uniforme.
- c) Rociar cal o ceniza.
- d) Repetir los pasos anteriores hasta llegar a una altura de 40 a 80 centímetros aproximadamente.
- e) Regar abundantemente y voltear. A los pocos días de haber formado esta mezcla la temperatura comienza a elevarse, superando a veces los 45 °C, se recomienda estar sumamente atento en estos casos y no dejar que el alimento se “queme” (tome el color de ceniza); para evitar ello conviene voltear y regar según sea necesario.
- f) Dar tantos riegos y volteadas de acuerdo a las condiciones climáticas. Generalmente cada 4 o 7 días hasta que el alimento quede listo.
- g) Se reconoce que el alimento está listo cuando presenta las siguientes características:
 - La temperatura está estabilizada entre los 20°C – 25°C.
 - El pH varía de 6,5 a 7,5 (Neutro).
 - La humedad varía de 50 a 70%.
 - No existe olores desagradables.
 - El color es un tanto negruzco.

1.3.2 Los lechos de crianza

Según Calderón (1991), un lecho es el lugar que sirve para poner el alimento y criar las lombrices, y pueden construirse sobre o bajo la superficie del suelo.

- Antes de empezar a construirlos; opte por nivelar el terreno y asegurarse en orientarlos a favor del viento.
- Los lechos pueden construirse de paredes de ladrillo y cemento.
- También puede usarse caña Guayaquil, maderas, troncos y si se carece de todo ello, sólo puede delimitarse por estacas.
- Se recomienda construir dos lechos continuos o juntos, y cada dos lechos debe dejarse un pasillo o calle de 80 centímetros a un metro, para poder caminar y distribuir el alimento normalmente.

1.3.3 Manejo de los lechos

Calderón (1991), detalla el siguiente procedimiento:

a) Como poner el alimento:

Se recomienda poner el alimento por capas, para ello hay que llenar el lecho en forma pareja hasta unos 10 centímetros y luego regar; después de 24 horas agregar otra capa de 10 centímetros y regar nuevamente; otra capa de 10 centímetros y regar nuevamente para luego sembrar (poner) las lombrices en el lecho al siguiente día. Posteriormente se seguirán alimentando a las lombrices de acuerdo a como estas vayan consumiendo su alimento, lo cual se reconoce fácilmente debido a que las lombrices excretan en la superficie.

b) Siembra de las lombrices

Como siembra de lombrices se conoce al proceso de colocar las lombrices en el lecho.

- Antes de sembrar las lombrices verificar la temperatura, pH y humedad del alimento, luego vaciar los cajones que contienen las lombrices en forma cuidadosa y en montoncitos. Si toda esta bien al cabo de unos treinta minutos a dos horas las lombrices aceptaran el alimento y penetrarán en él. Si es necesario se puede regar.
- Una vez sembradas las lombrices se debe mantener húmedo el alimento, regando de preferencia a manera de lluvia fina. El grado de humedad adecuado se conoce cuando al exprimir un puñado de alimento salen unas cuantas gotas de agua.

- No se debe dejar compactar el alimento, si ello ocurre hay que descompactarlo para oxigenar, el lecho y hacer esponjoso y útil el alimento para las lombrices.

c) Cosechas de lombrices y humus

- Primero se cosecharán las lombrices y posteriormente el humus.
- Para iniciar la cosecha de las lombrices y luego del humus debe percatarse o darse cuenta de la ausencia de huevos; además de ver si el producto a cosechar, es decir, el humus, es de color negro, desmenuzable, granulado e inodoro; y recordar que el tiempo de formación del humus es de 2 a 3 meses con una densidad adecuada de lombrices.
- Además, debe tener preparado el alimento nuevo, al que se llama “alimento trampa”.

El procedimiento de cosecha de lombrices y humus, propuesta por Calderón (1991), es el siguiente:

- Se debe colocar el alimento trampa a lo largo del lecho en forma de un lomo, con un altura de 10 a 15 centímetros y un ancho de 20 a 30 centímetros y riegue abundantemente solo a este alimento trampa.
- Después de 2 a 3 días recoja la “trampa” que contiene a las lombrices y vuelva a colocar una o dos veces más otra capa de alimento trampa con las cuales se tratará de recuperar todas las lombrices del lecho; sin embargo, a pesar de ello, casi nunca se pueden separar a todas.
- Finalmente, debe voltear el humus y cernirlo de preferencia en una malla de 1/4 de pulgada, para posteriormente previo secado a temperatura ambiente envasado si es que decide venderlo, caso contrario puede ya incorporarlo directamente a sus campos.
- Las lombrices que se obtienen servirán para duplicar los lechos. Si empezó con 10,000 lombrices al cabo de un año tendrá unas 160,000 lombrices.
- En un lecho de 3 m³ de capacidad (1 m de ancho, 10 m de largo y 0,30 de altura) empleará una colonia que equivale aproximadamente a 100,000 lombrices.

- Para un lecho de 20 x 1,25 x 0,25 metros, se requieren 2 colonias, y si se inicia con este sistema al cabo de un año tendrá 8 lechos, con dos colonias cada una, considerando que la duplicación es cada 3 meses.

1.4 Insumos y técnicas de preparación de alimento para lombrices

Salas (1991), manifiesta que para preparar el alimento que se proporcionará a las lombrices, previamente se hace el acopio de insumos. El cual consiste en reunir todo tipo de desechos orgánicos biodegradables, en la zona destinada para este fin. Su disposición se debe hacer mantenimiento un orden y deberán estar seleccionados, evitando en lo posible tener residuos no biodegradables; como latas, plásticos, vidrios, fierro, botellas, etc. El mismo autor manifiesta, que la lombriz se nutre de todo tipo de desechos orgánicos susceptibles de sufrir descomposiciones al ser macerados en forma natural con agua y aire, que luego de un periodo se toma una masa alimentaria. Estos desechos orgánicos, pueden ser agropecuarios, agroindustrial, basura urbana y otros.

a) Los desechos agropecuarios

Son los más empleados en la crianza de lombrices. Entre éstos tenemos:

- Desechos agrícolas (vegetales): compuesto por maleza. Rastrojos de cultivos, pajas, hojas, etc. Estos no deben ser leñosos.
- Desechos pecuarios (estiércol de animales): puede ser vacuno, caballo, búfalo, cerdo, ovino, aves, conejo, cuy, etc.

b) Los desechos agroindustriales

Comprensión los subproductos de la agroindustrias, de la industria del papel, industria alimentaria (residuos de frutos, cervecería, cáscara de yuca, etc.), aserraderos (aserrín descompuesto), entre otros.

c) Los desechos urbanos

Incluye la basura orgánica de la ciudad, tal como desechos de mercados (residuos de frutas, verduras, etc.). Así como los lodos residuales provenientes

de plantas de tratamiento de aguas servidas. Estos son susceptibles de utilizarse como insumos en la preparación de alimento para lombrices.

1.5 Proceso de elaboración del substrato alimenticio

Según Salas (1991), para alimentar a las lombrices, los desechos orgánicos deben recibir un tratamiento previo, de manera que éstos estén acondicionados para ser aceptados por las lombrices.

Este acondicionamiento consiste en que el alimento debe tener:

- pH cercano al neutro (6 a 8)
- Humedad entre 70 – 75 %
- Temperatura ambiental
- Color marrón oscuro.
- Ausencia de olores fétidos.

Los rastrojos de cosechas, las corontas de maíz, pajilla de arroz y otros, deben ser picados o triturados para acelerar el proceso de compostaje. Para esta operación se pueden utilizar desde machetes hasta picadores de forrajes, según las posibilidades.

1.6 Importancia del humus en el suelo

Figueroa (1994), precisa que el suelo es un “ente biológico” cuyos procesos condicionan en buena medida el desarrollo de los vegetales. Este “ente biológico” se desarrolla en gran medida como producto de procesos de cambios en la materia aportada por animales y vegetales. Como sus propiedades físicas, químicas y biológicas; son influenciados por el humus.

1.6.1 Influencia del humus sobre las propiedades físicas del suelo (Figueroa, 1991)

a) El mejora la estructura del suelo

- Directamente, esponjando los suelos pesados con las partículas del humus.
- Indirectamente, mejorando y fortaleciendo la formación de agregados producida por los organismos vivos en el suelo.

b) El humus eleva la capacidad de retención del agua del suelo

- Directamente, por enlaces de agua con la sustancia orgánica, 1 kilo de humus puede retener hasta 2 litros de agua.
- Indirectamente, el mejorar la estructura del suelo.

c) El humus mejora la aireación del suelo

Porque favorece el suministro de oxígeno a las raíces y facilita la eliminación de anhídrido carbónico de la zona radical.

d) El humus eleva la temperatura del suelo

- Debido a que su color oscuro favorece y mejora la absorción de calor por parte del suelo.
- Indirectamente porque eleva la temperatura pues de esta forma se elimina más rápidamente el exceso de agua en épocas húmedas.

1.6.2 Efecto del humus en las propiedades químicas del suelo

- a) El humus almacena en su superficie, nutriente, en forma intercambiable.
- b) El humus suministra nutrimentos (y energía) debido a su degradación.
- c) La degradación del humus moviliza los nutrientes minerales de las reservas inorgánicos, haciéndolas disponibles para las plantas.

1.6.3 Efectos del humus en las propiedades biológicas del suelo

El suelo es un organismo vivo, la recuperación de su fertilidad es la base de la agricultura. El humus ejerce una gran influencia sobre las propiedades biológicas del suelo; podemos resumirla afirmando que recupera, mantiene y aumenta la vida del suelo.

1.7 Control de la población de la lombriz en los lechos

Figuerola (1994), reporta que, el control y evaluación de la población de lombrices en un criadero se hace cada 45 días. Para ello se construye un marco de 10 cm por 10 cm se coloca sobre la superficie del lecho y se saca todo el material que queda dentro de este marco y se coloca sobre un papel blanco y se cuenta las lombrices.

Esta operación se hace en 5 ó 6 sitios elegidos al azar y se saca un promedio, este se multiplica por 100 y nos da la densidad por metro cuadrado.

1.8 Trabajos de investigación realizados en el campo de la lombricultura

1.8.1 En la crianza intensiva de lombrices y producción de humus en Huariaca

Castro (1994), en un estudio que ejecutó en el Centro Experimental de Huariaca, Pasco, entre Enero de 1994 y Octubre de 1995; obtuvo los siguientes resultados:

- a) Con temperaturas de 18 – 20 °C de las rumas, alcanzó buenas condiciones para la reproducción de lombrices y la producción de humus.
- b) El pH hallado fue 7,2, parámetro que está dentro de la neutralidad, es decir apto para la buena procreación de las lombrices.
- c) La cantidad de lombrices eclosionadas por cada cápsula o huevo mostró un rango de 7,15 a 12,37 lombrices, teniendo como promedio de 9.76 lombrices / cápsula.
- d) La materia prima para la elaboración de alimentos basado en estiércol de vacuno, de cuy, de conejo combinado con gallinaza, registró el mayor número de lombrices eclosionadas.
- e) La calidad del humus producido es la ideal, con valores de nutrientes dentro de los parámetros obtenidos en otros lugares de menor altitud y de clima con temperaturas más altas.

N	:	1, 33%	P	:	0, 83%
K	:	0, 30%	Ca	:	2, 77%
Mg	:	0, 51%	Na	:	0, 067%
Fe	:	3425	ppm		
Mn	:	450	ppm		
M.O.	:	30,23%			

Los factores que influyeron fueron el clima, definido en dos períodos: época de sequía (mayo – setiembre) y época de lluvia (octubre – marzo), cuya temperatura ambiental promedio fue de 12°C, H° relativa de 45 – 60 %, T° lecho promedio con 17, 5°C y un pH de 7.2.

1.8.2 Multiplicación de la lombriz “roja ayacuchana” (*Eisenia spp*) como alternativa para poder producir humus

Callañaupa (1991), en un trabajo experimental que se llevó acabo en la comunidad campesina “Santa Cruz” (Huamanga 3350 m.s.n.m.), para comparar el comportamiento de la lombriz Roja Ayacuchana *Eisenia spp* frente a la *Eisenia foetida*, con los siguientes resultados: El promedio total del número de huevos puestos por frecuencia de cópulas en los tres meses fue de 2,9 tiempo de incubación 16,7 días, número de crías 10,4. Esta especie se adaptó perfectamente a la crianza y alimentación en cautiverio como la (*Eisenia foetida*), el promedio de los huevos puestos en los tres meses es de 2,0, tiempo de incubación 19,1 días y el número de crías de 13.2 lombricillas.

1.8.3 Alternativa al uso de los desechos agropecuarios, producidos en la Universidad Nacional de Cajamarca con la Lombricultura

Torres y Ahumada (1999), condujeron el presente trabajo de investigación, que buscó dar uso adecuado a los desechos agropecuarios que se producen en la ciudad universitaria, como materia prima para preparar el sustrato alimenticio de las lombrices.

Se evaluaron los desechos agrícolas con rendimiento promedio mensual de 3,33 m³ y también el estiércol con un promedio de 2,22 m³. Un tratamiento con estiércol y el segundo con estiércol, más residuos desechos. El humus obtenido, en promedio fue de 0,137 m³ por litera, lo que presenta 54,80 % del volumen total del alimento utilizado, presenta las siguientes características: pH medianamente alcalino, color en seco pardo grisáceo muy oscuro a pardo oscuro y húmedo de pardo muy oscuro a negro, densidad aparente de 0,75 g/cc, M.O. 44,924, N 1,58%, P₂O₅ 3,91%, K₂O 1,23 %, Ca 3,25%, Mg 0,67%, Fe 0,47%, y de 10,6 – 10,8 colonia de bacterias y hongos por gramo de humus de lombriz.

1.8.4 Utilización de tres tipos de abonos orgánicos en la producción de la lombriz *Eisenia foetida* en San Martín

Ascón (1996) el presente trabajo se realizó en la Estación Experimental el “Porvenir” INIA – San Martín, distrito de Juan Guerra Provincia y Región San Martín, utilizando 3 tratamientos con 2 repeticiones por cada uno:

- T₁ : Lombriz E. foetida + Estiércol de Vacuno + paja de arroz.
 T₂ : Lombriz E. foetida + Estiércol de Gallina de postura + paja de arroz
 T₃ : Lombriz E. foetida + Estiércol de Cuy + paja de arroz.

La mayor cantidad de lombriz fue en el tratamiento T₃, sin embargo el humus de mayor calidad se obtuvo con el tratamiento T₁.

1.8.5 Ensayo de tres tipos de alimentación para lombrices

Cruz (1998), en experimento que llevó a cabo en las instalaciones del Centro Regional de Investigación de IIAP – Madre de Dios, en el km 22.3 de la carretera a Mazuko, los resultados del trabajo fueron: La mezcla alimenticia aserrín más estiércol resultó ser el medio más favorable para el desarrollo de las lombricillas; se encontró mayor cantidad de lombrices, con tamaño de hasta de 10.00 cm y de 1.00g de peso. En la mezcla estiércol más residuos vegetales la proliferación, tamaño y peso de lombrices fue similar a lo anterior, mientras que en la mezcla estiércol más cáscara de arroz la proliferación de lombrices resultó ser similar a los anteriores, aunque la diferencia estuvo en el desarrollo de tamaño y peso, el cual fue menor.

1.8.6 Influencia de cinco mezclas alimenticias en la densidad poblacional y biomasa de la lombriz roja y la calidad del humus en San Martín

Ibáñez (1996), el trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de IIAP Tarapoto, donde se evaluaron cinco fuentes de proteínas y dos fuentes de fibra (residuos vegetales).

- T₁ : Estiércol de Vacuno + hoja de erythrina
 T₂ : Estiércol de Cerdo + hoja de erythrina
 T₃ : Estiércol de Ovina + hoja de erythrina
 T₄ : Estiércol de Cuy + hoja de erythrina
 T₅ : Estiércol de Vacuno + paja de arroz

Donde se obtuvo, la mayor cantidad de lombrices se encontró en el T₅, pero sin embargo, el T₄ obtuvo mejor respuesta al incremento del peso de la lombriz roja luego de realizada la sexta evaluación. Referente al humus el tratamiento 3 cataloga en primer lugar con la mayor cantidad de humus producidos (88,25 Kg) también un contenido de Nitrógeno (1,69 %).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales

2.1.1 Características del área experimental

El trabajo de investigación, se realizó en el distrito de la Banda de Shilcayo, en un terreno frutícola, a la altura de ex Hotel de Turistas; cuyas características son las siguientes:

a. Ubicación política

- Región : San Martín
- Provincia : San Martín
- Distrito : Banda de Shilcayo

b. Ubicación geográfica

- Latitud Sur : 06° 32' 55"
- Longitud Oeste : 76° 21' 45"
- Altitud : 330 m.s.n.m.

2.1.2 Ecología del lugar

El lugar donde se realizó el trabajo experimental, según el mapa ecológico del Perú, corresponde a la zona de vida, Bosque Seco Tropical (bs-T); según el diagrama bioclimático propuesto por Holdridge (1987). En la tabla 1, se muestran los datos registrados durante la ejecución del experimento correspondiente a los meses de Mayo a Agosto de 2001.

Tabla 1:

Datos meteorológicos registrados durante el experimento

Meses	T° Media (°C)	Precipitación mm	Humedad Relativa %
Mayo	25,30	138,30	91
Junio	25,10	110,40	87
Julio	25,00	57,80	73
Agosto	27,50	14,1	71

Fuente: SENAMHI (2001). Dirección Regional San Martín – Tarapoto. (2001).

2.2 Metodología

2.2.1 Material experimental

A. Lombrices

La especie elegida fue la lombriz roja, *Eisenia foetida*, adquiriendo 50,000 individuos para el presente trabajo, adquiridas de la Universidad Agraria La Molina.

B. Desechos Agrícolas

Los tipos y cantidades de desechos agrícolas se muestran en la tabla 2.

Tabla 2:

Desechos vegetales recolectados

Vegetales	Volumen de desechos vegetal Kg			TOTAL
	Enero	Febrero	Marzo	
- Cascarilla de Arroz	80	70	30	180
- Cáscara de Cacao	100	75	50	225
- Cáscara de Cítrico	100	75	50	225
- Bagazo de Caña de Azúcar	100	75	50	225
- Restos Vegetales	100	75	50	225
TOTAL	480	370	230	1080

C. Desechos pecuarios

El estiércol utilizado contiene excretas de ganado vacuno en 100%. Utilizándose las cantidades que se indican en la tabla 3.

Tabla 3:

Desechos pecuarios recolectados

Desecho pecuario	Meses	Volumen del Estiércol (Kg)
Estiércol de Vacuno	- Enero	700
	- Febrero	600
	- Marzo	400
TOTAL	----	1700

2.2.2 Tratamientos en estudio

La división de los tratamientos se muestra en la tabla 4:

Tabla 4:

Distribución de los tratamientos en el experimento

Tratamiento	Fuente de proteínas	Fuente fibra
T ₁	Estiércol de Vacuno	Cascarilla de Arroz
T ₂	Estiércol de Vacuno	Cáscara de Cacao
T ₃	Estiércol de Vacuno	Cáscara de Cítrico
T ₄	Estiércol de Vacuno	Bagazo de Caña de Azúcar
Testigo	Estiércol de Vacuno	Restos Vegetales

Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones. El testigo es una fórmula muy utilizada por pequeños lombricultores y algunas instituciones.

2.2.3 Diseño experimental

Se utilizó completamente al azar, (DCA) cuyo análisis de varianza se detalla en la tabla 5:

Tabla 5:

Análisis de varianza del diseño experimental

FUENTE DE VARIANZA	Fórmula	G.L.
Tratamiento	t-1	4
Error experimental	t(r.1)	15
Total	rt-1	19

Fuente: Rojas (1982).

Para efectos de comparación y análisis se realizó la prueba de Duncan, con una significancia del 0.05.

2.2.4 Conducción del experimento

Construcción del área experimental

Se realizó la construcción de un triángulo a dos aguas, para tal fin, se utilizó madera redonda de la zona y hojas de palmeras. Se utilizaron las siguientes dimensiones:

- Altura del Tinglado (base final) = 4,0 m.
- Largo del Tinglado = 30,0 m.

- Ancho del Tinglado = 15,0 m.

Luego se realizó la construcción de los lechos o tratamientos, donde se utilizó madera habilitada (tablas).

- Largo del lecho = 4,00 m.
- Ancho del lecho = 1,00 m.
- Altura del lecho = 0,20 m.

Dejando un espacio de 0.70 metros de un tratamiento a otro.

Preparación del alimento

a) Obtención de los insumos

- **Fuente de proteínas**

Se seleccionaron como fuente de proteínas el estiércol de vacuno, recolectándose 2 tipos: estiércol fresco y estiércol semi envejecido de granjas particulares que se encuentran, en la jurisdicción del distrito de la Banda de Shilcayo.

- **Fuente de fibra**

Se utilizaron como fuente de fibra: cascarilla de arroz, cáscara de cacao, cáscara de cítrico (mandarina, naranja, limón, toronja), bagazo de caña de azúcar y restos vegetales (hojas de paltas, mango, cítricos, zapatos, cacao y otros restos de estos arbustos) obteniéndose la misma en la jurisdicción de la Banda de Shilcayo.

b) Proporción de la mezcla alimenticia

La proporción, de la fuente de proteína y fibra se utilizó de la siguiente manera.

T ₁ = Estiércol de Vacuno + cascarilla de arroz	:	2x1
T ₂ = Estiércol de Vacuno + cáscara de cacao	:	2x1
T ₃ = Estiércol de Vacuno + cáscara de cítrico	:	2x1
T ₄ = Estiércol de Vacuno + Bagazo de caña de A.	:	2x1
T ₅ = Estiércol de Vacuno + Restos vegetales	:	2x1

El estiércol de vacuno, es pobre en proteínas, por lo que se utilizó la proporción 2x1 (66.6% de fuente de proteína y 33.3% de fuente de fibra).

c) Construcción de las literas

Se procedió a la construcción de dos, literas en forma de cerco de madera redonda y bambú, donde se procedió la fermentación del alimento. Tuvo las siguientes dimensiones:

- Largo de la litera : 10,00 m.
- Ancho de la litera : 1,50 m.
- Altura de la litera : 1,50 m.



Figura 1: Literas construidas e incorporadas con las fuentes de fibra y estiércoles por tratamiento

d) El armado y fermentación

Se empleó el método más práctico y económico a manera de sándwich o pila, estructurado de la siguiente manera:

- Una capa de 10 cm de desecho agrícola
- Una capa de 10 cm de desecho pecuario
- Regar agua
- Una capa de 10 cm de desechos agrícola
- Una capa de 10 cm de desechos pecuario
- Regar agua

Este proceso se realizó repetidamente hasta alcanzar la altura final de (1 m) luego se regó con abundante agua, para así acelerar la fermentación del alimento, lo que se repitió con frecuencia para ayudar la rápida fermentación.

e) Cantidad y duración del alimento

La cantidad de alimento preparado para el trabajo de investigación fue de 2780 Kg.

La duración del alimento fue de (50 a 60 días), (40 a 45 días) y (30 a 40 días) ver (Anexo 15) para la primera, segunda y tercera alimentación, además las siguientes características.

- * Alimento sin olores
- * pH 6,9
- * Temperatura 24°C
- * Humedad 65%

f) Controles básicos en la preparación del alimento

• **La aireación**

Durante la preparación el alimento se realizó, cada tres días el volteado del alimento, actividad que nos permitió mantener las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y básicamente conseguir un mejor desarrollo de la actividad microbiana, vital en la fermentación del alimento.

• **La temperatura**

Fue controlado cada 15 días, donde al principio se observó temperaturas elevadas, (40°C) con riesgo permanentes fue disminuyendo en el transcurso de los días, hasta llegar a los 24°C, donde se uniformizó, lo cual nos indicó que el alimento estaba listo para las lombrices.

• **El pH**

La medición del pH se realizó al final, a todos los tratamientos donde se observó un rango de pH entre 6,0 a 6,4.

Producción de humus

a) Obtención de la lombriz

Para el trabajo, las lombrices se obtuvieron de la Universidad Nacional Agraria “La Molina”.

b) Prueba de supervivencia de las lombrices

Esta prueba se realizó, para saber con exactitud si el alimento preparado se optimo, para alimentar a las lombrices. Para tal fin se utilizaron 10 lombrices adultas en 1 Kg de alimento, donde se observó a una hora que las lombrices se adaptaron fácilmente al alimento suministrado, esto nos indica que el alimento era el óptimo.

c) Alimento preparado para la primera, segunda y tercera alimentación de las lombrices

Para dicho trabajo se prepararon las siguientes cantidades de alimento, que se muestran en la tabla 6.

Tabla 6:

Evaluación del alimento preparado

Alimentación	Desechos vegetales kg	Desechos pecuarios kg	Total
Primera	393.33	786.67	1180
Segunda	323.33	646.67	970
Tercera	210.00	42.00	630
TOTAL	926.66	1 853.33	2780

d) Cantidad de alimento por lecho

Tabla 7:

Distribución del alimento por lecho

Alimentación	Volúmenes Kg					Total Kg
	N° de lechos					
	1	2	3	4	5	
Primera	236	236	236	236	236	1180
Segunda	194	194	194	194	194	970
Tercera	126	126	126	126	126	630
Total	556	556	556	556	556	2780

Además por cada observación o repetición se colocaron los alimentos en los lechos de la siguiente manera:

- Primera alimentación : 59,0 Kg
- Segunda alimentación : 48,5 Kg
- Tercera alimentación : 31,5 Kg

e) Siembra o colocación de las lombrices en los lechos

Antes de sembrar las lombrices se verificó la temperatura, pH y humedad del alimento, luego se vaciaron los cajones que contenían las lombrices en forma cuidadosa, al cabo de 30 minutos aceptaron el alimento, luego se regó hasta un 60% de humedad.

f) Controles básicos en la producción de humus y lombriz

- **Aireación**

Esta actividad se realizó cada 30 días, consistía en remover el alimento, para no dejar compactar el alimento, porque si ello ocurre no es totalmente aprovechado por las lombrices (Calderón, 1991).

- **Temperatura**

Fue observada cada 7 días por tratamientos, para lo que se utilizó un termómetro de bolsillo donde no varió de 23-25°C (Ver tablas 18, 19, 20, 21 y 22 del anexo).

- **Humedad**

Fue observada cada 7 días por tratamiento, para lo cual se utilizó un hidrómetro, donde no vario de 60 a 70 % (ver tablas 18, 19, 20, 21 y 22 del anexo).

- **pH**

Fue observado cada 7 días, utilizando para ello un pH metro y papel del tornasol por tratamiento (ver tablas 18, 19, 20, 21 y 22 del anexo).

- **Agua**

Consistió, en incorporar agua en el lecho de 15 litros por repetición, esto es una actividad muy importante porque el agua cumple un rol muy importante

en la transformación de humus y desarrollo de la lombriz (ver tablas 18, 19, 20, 21 y 22 del anexo). Esta actividad se realizó cada 7 días por tratamiento.

g) Evaluación que se registraron

- **Eclosión y peso del huevo de la lombriz**

Esta actividad se realizó en cada alimentación dada por el tratamiento, porque el huevo se rompe en lombrices mayores a 3 meses después del acople, lo cual ocurre cada 7 días (Ver anexos 8 y 9 del anexo).

- **Huevos eclosionados**

Para la evaluación de incremento de poblacional, se seleccionó de cada tratamiento 5 huevos, cada uno de los cuales fueron seleccionados en una placa pétrea donde se observó la cantidad de lombricillas que salen de cada huevo (ver anexo 10).

- **Peso y tamaño de la lombriz**

Se seleccionaron 5 lombrices, para tener una buena muestra representativa por repetición (20 lombrices por tratamiento) (ver anexos 11 y 12).

- **Poblacional de la lombriz**

Para la evaluación de la población en general se consideró el número total de lombrices (adultas y pequeñas) desde el inicio al final (ver anexo 13).

Cosecha de humus y lombrices

La cosecha de humus y lombrices es la última actividad, se realizó, cuando se observó la no presencia de alimento.

a) Cosecha de lombrices

Consistió en colocar una capa de alimento nuevo (alimento trampa) a lo largo del centro del lecho, esta actividad se repitió 3 veces con la finalidad de no perder las lombrices; posteriormente, se realizó el volteo del humus con la ayuda de la pala de corte.

b) Cosechas del humus

Esta actividad se realizó, cuando no se observó presencia de huevos, lombrices juveniles y adultas. Consistió en separar el alimento no consumido y otros

alimentos no deseados, con la ayuda de un tamiz de $\frac{1}{4}$ de pulgada, para posteriormente previo secado a temperatura ambiente se procedió a envasarlo.

c) Colocación de alimento trampa

Para iniciar la cosecha de las lombrices y el humus debemos percatarse que el humus sea de color negro, desmenuzable, granulado e inodoro y el tiempo (Anexo 17).

d) Evaluaciones registradas en la cosecha.

- **Cantidad del humus**, esta actividad se realizó al final del trabajo, desde el inicio de la colocación del alimento hasta la tercera alimentación, para luego tener la cantidad total (ver anexo 14).

- **Relación Costo / Beneficio**

Para calcular el costo de producción por campaña de cada tratamiento, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos.

- La proyección de la duración del proyecto es en base a 10 años.
- Al primer año se realizaron 3 campañas, una campaña de 5 meses, dos campañas de 4 meses. La población inicial a los 90 días se triplico. En el lapso de 4 meses se habría generado 3 nuevos lechos.
- A partir del segundo año las campañas tendrían una duración de 3 meses, es decir 4 campañas por año, en diez campañas se logrará ya una ganancia productiva o sea a los dos años y medio.
- Al realizar la depreciación, se tuvo en cuenta la opinión de instituciones vinculadas a esta actividad y de algunos agricultores para saber con exactitud el tiempo de duración de las instalaciones, lechos, herramientas y materiales.
- El periodo de vida útil de la lombriz roja es de 15 años; es decir, será explotada durante 60 campañas.
- En el experimento se utilizaron lechos de 4 m^2 por tratamientos, haciendo un total de 20 m^2 , además de 556.00 Kg de alimento por tratamiento. Para calcular la relación costo beneficio, se hizo basándose

en un módulo completo que es de 50 m², triplicándose la cantidad de estiércol y desechos agrícolas por tratamiento (Calderón, 1991)

- **Análisis físico y químico del humus producido**

Se realizó en los laboratorios de análisis de suelo, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria de la Molina, que procedieron aplicando los mismos métodos y criterios que para los análisis de fertilidad de suelos, que sirven para caracterizar el compost y estiércol se llevaron a cabo:

- Análisis Físico: color y humedad.
- Análisis Químico: conductividad eléctrica (C.E. mmho/Cm), pH, materia orgánica (%), nitrógeno (%), fósforo (%), potasio (%), calcio (%) y sodio (%). (tabla 16).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

3.1.1 Desarrollo y crecimiento de la lombriz roja

Incremento de la población de la lombriz roja

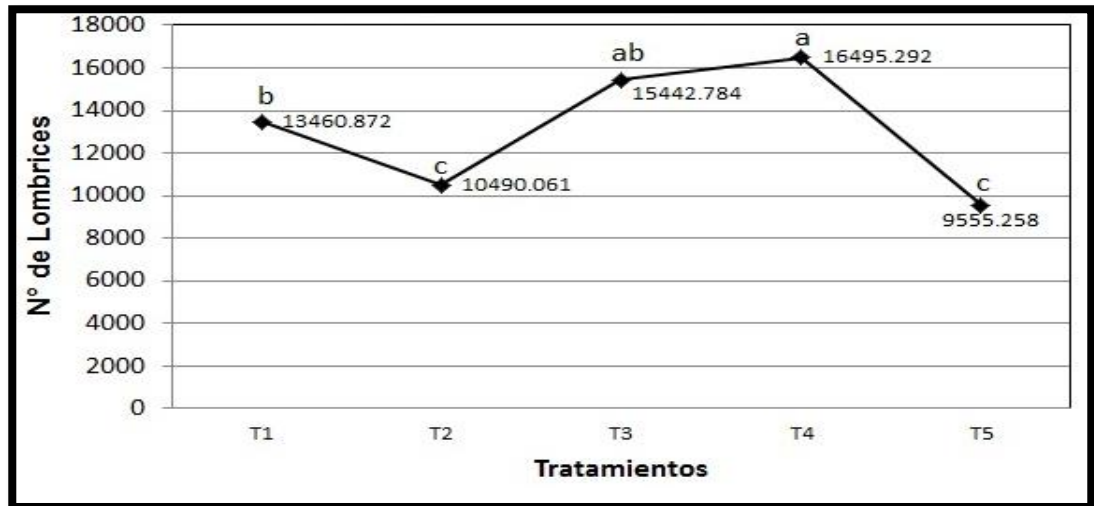


Figura 2: Incremento poblacional de la Lombriz

ANVA: * * Diferencia altamente significativa

$\bar{X} = 12945,72$

C.V. = 6,52%

$R^2 = 77,59\%$

Tabla 8:

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el incremento de la población.

Tratamientos	promedio de Nº Lombrices	Significación
T4	16495,292	a
T3	15442,784	a b
T1	13460,872	b
T2	10490,061	c
T5	9555,258	c

El T4 no se diferenció estadísticamente del T3, pero si muestra diferencias estadísticas con el T2 y T5 y relativa diferencia con el tratamiento T1.

Incremento del peso (g) en la lombriz roja

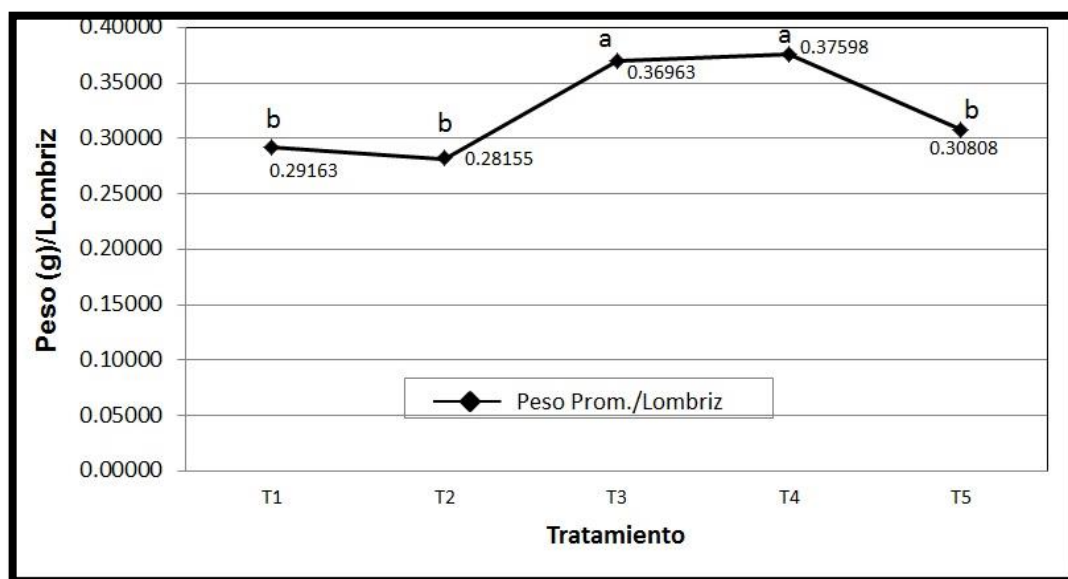


Figura 3: Incremento del peso (g) en la Lombriz Roja

ANVA: * * Diferencia altamente significativa

\bar{X} = 0,325

C.V. = 11,83%

R^2 = 58,65 %

Tabla 9:

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el incremento del peso de la lombriz roja

Tratamientos	Promedio (g) Peso/Lombriz	Significación
T ₄	0,37598	a
T ₃	0,36963	a
T ₅	0,30808	b
T ₁	0,29163	b
T ₂	0,28155	b

En la prueba de Duncan se aprecia que el tratamiento T-4, ocupó el primer lugar, no diferenciándose estadísticamente del T-3, pero mostró diferencia estadística respecto a los tratamientos T-5, T-1 y T-2.

Incremento de la Longitud (cm) de la lombriz roja

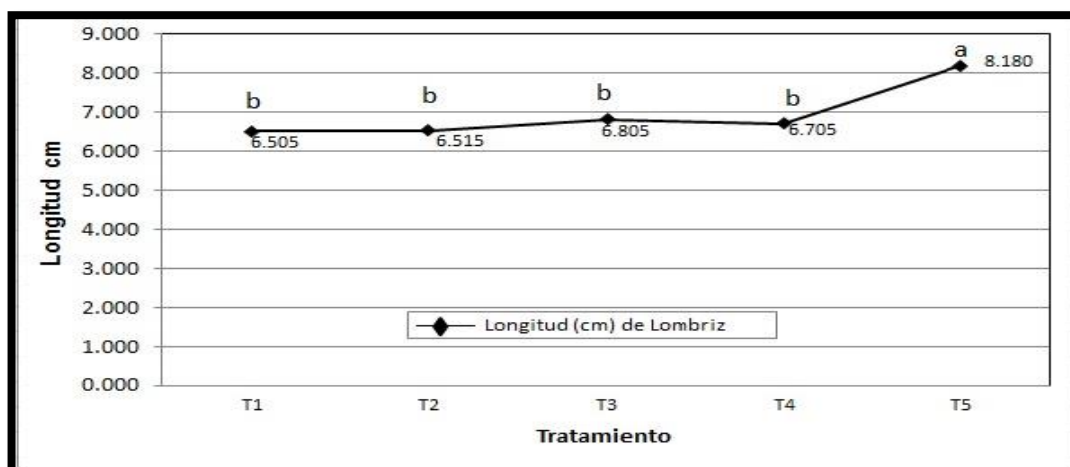


Figura 4: Incremento de la Longitud (cm) de la Lombriz Roja

ANVA: * * Diferencia altamente significativa

X= 6,94

C.V. = 7,45%

R²= 66,42 %

Tabla 10:

Prueba de rangos múltiples de Duncan para el incremento de longitud de la lombriz roja

Tratamientos	Longitud (cm) en promedio de la Lombriz	Significación
T ₅	8,180	a
T ₃	6,805	b
T ₄	6,705	b
T ₂	6,515	b
T ₁	6,505	b

El tratamiento T-5, resulto ser el mejor efecto que causo, en la longitud de la lombriz, pero hay una diferencia altamente significativa con respecto a los tratamientos T-3, T-4, T-2 y T-1.

Número de huevos producidos por la lombriz roja

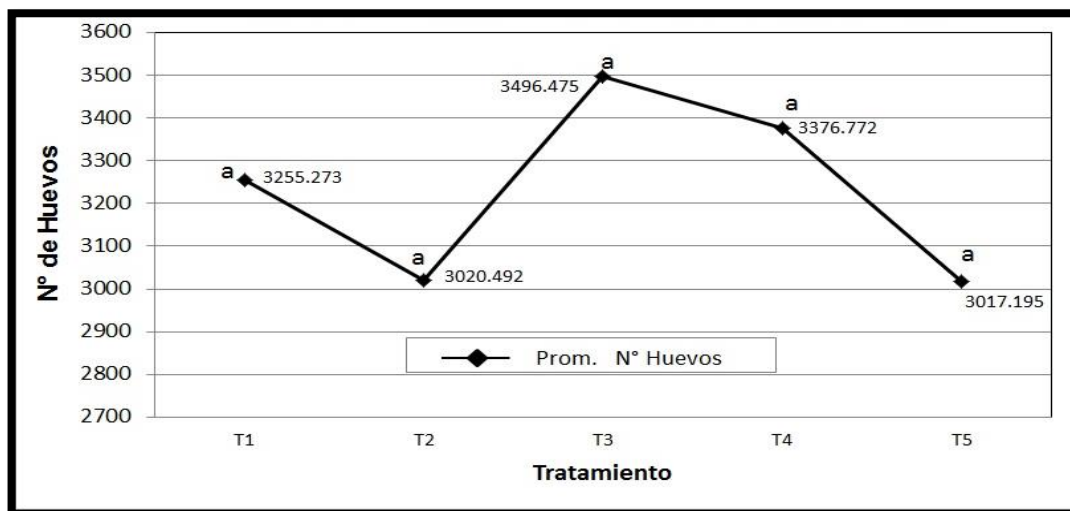


Figura 5: Número de huevos producidos por la Lombriz Roja

ANVA: N.S. = No significativa

\bar{X} = 3230,409

C.V. = 8,81%

R^2 = 13,02 %

Tabla 11:

Prueba de rangos múltiples de Duncan para el número de huevos producidos por la lombriz roja

Tratamientos	Promedio Nº de huevos	Significación
T ₃	3496,475	a
T ₄	3376,772	a
T ₁	3255,273	a
T ₂	3020,492	a
T ₅	3017,195	a

El T-3 es el primer lugar que los demás tratamientos, pero estadísticamente no hay diferencia significativa entre sí.

Peso de huevos de la lombriz roja

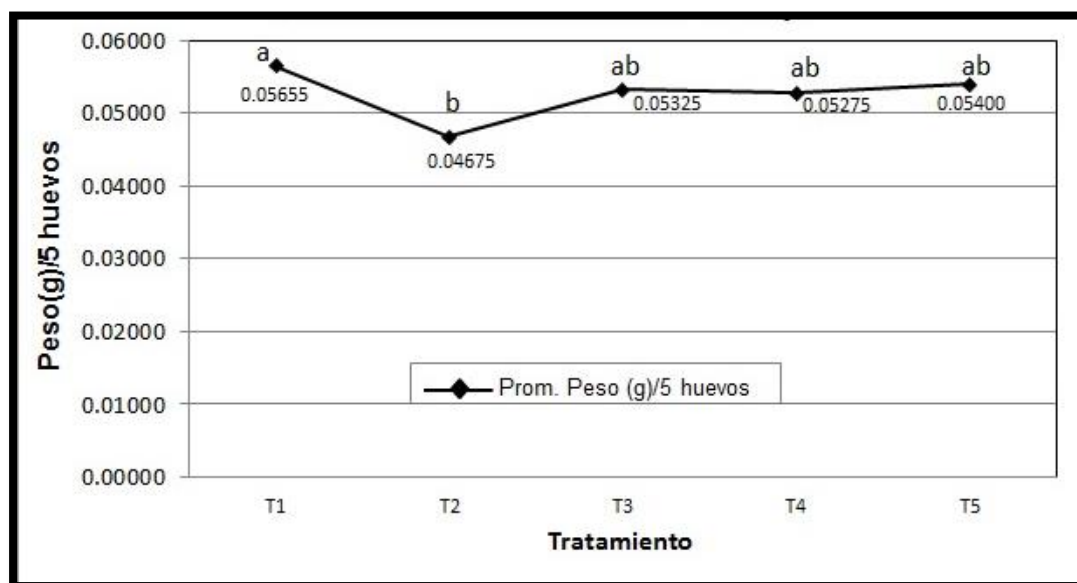


Figura 6: Peso de huevos de la Lombriz Roja

ANVA: N.S. = No significativa

$\bar{X} = 0,053$

C.V. = 10,00%

$R^2 = 34,04 \%$

Tabla 12:

Prueba de rangos múltiples de Duncan para el peso de cinco de huevo de la lombriz roja

Tratamientos	Promedio (g) peso 5 huevos	Significación
T ₁	0,056550	a
T ₅	0,054000	a
T ₃	0,053250	a b
T ₄	0,052750	a b
T ₂	0,046750	b

El T-1 con peso promedio de cinco huevos no existe diferencia con los T-5, T-3, T-4 pero sí con el T-2.

Número de lombrices por capullo producido por la lombriz roja

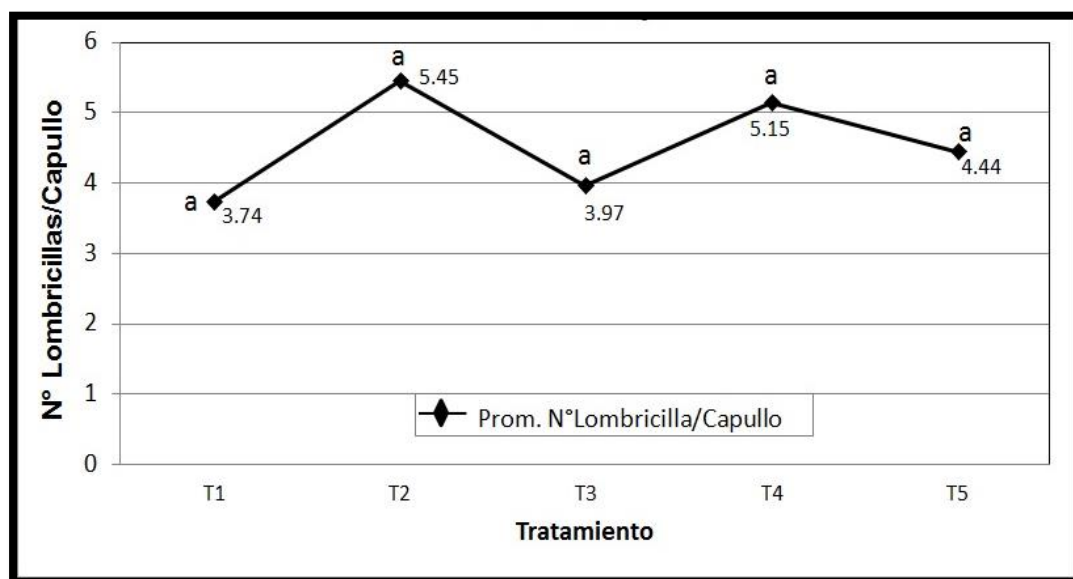


Figura 7: Número de lombrices por capullo producido por la Lombriz Roja

ANVA: N.S. = No significativa

\bar{X} = 4,53

C.V. = 11,77%

R^2 = 29,03 %

Tabla 13:

Prueba de rangos múltiples de Duncan para el número de lombricillas por capullo de la lombriz roja

Tratamientos	Promedio Nº Lombricillas/Capullo	Significación
T ₂	5,45	a
T ₄	5,15	a
T ₅	4,44	a
T ₃	3,97	a
T ₁	3,74	a

El T-2 es el primer alimento para aumentar el número de lombricillas y no rescatando los demás porque no existe diferencia significativa.

3.1.2 Cantidad de humus producidos

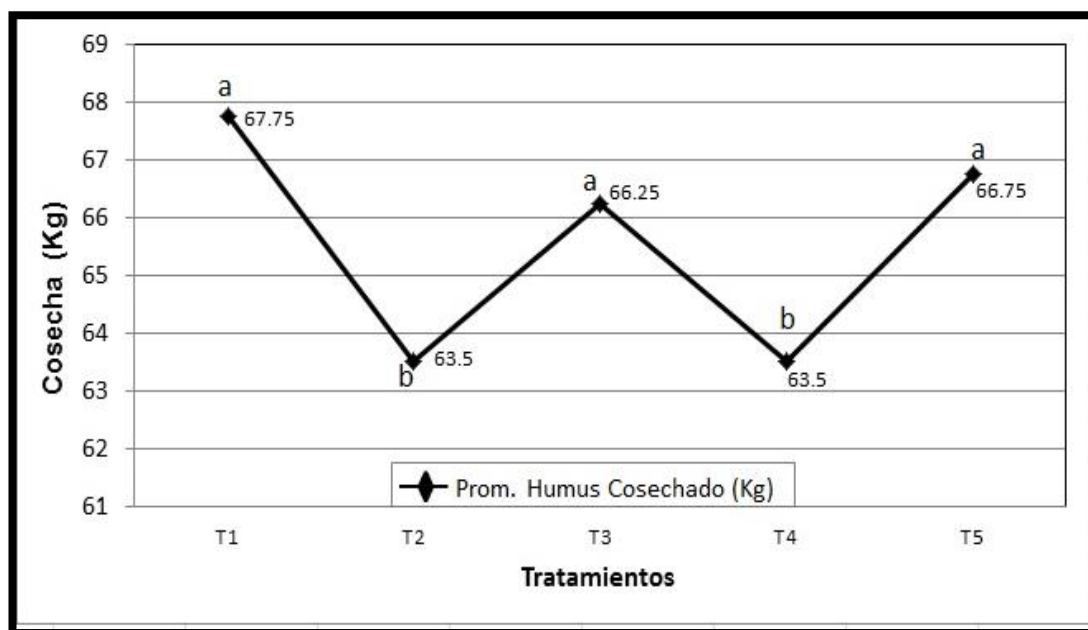


Figura 8: Cantidad de Humus de Lombriz producido

ANVA: * * Diferencia altamente significativa.

$\bar{X} = 65,55$

C.V. = 1,77%

$R^2 = 74,98 \%$

Tabla 14:

Prueba de rangos múltiples de Duncan para la cantidad de humus producidos en cada tratamiento

Tratamientos	Promedio de humus cosechado (Kg)	Significación
T ₁	67,7500	a
T ₅	66,7500	a
T ₃	66,2500	a
T ₂	63,5000	b
T ₄	63,5000	b

El T-1, T-5 y T-3 son los tratamientos con mejor respuesta, pero los T-2, T-4 son los menos recomendables para aumentar la cantidad de humus.

3.1.3 Relación Costo / Beneficio

Tabla 15:

Relación Costo/Beneficio del humus producido en cada tratamiento

Tratamiento	Rdto. de humus (kg)	Costo de producción (S/.)	Beneficio Bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	Relación C/B (%)
T-1	2 710,00	763,58	1 355,00	591,42	56,36
T-2	2 540,00	733,58	1 270,00	536,42	57,76
T-3	2 650,00	745,58	1 325,00	579,42	56,27
T-4	2 540,00	775,58	1 270,00	494,42	61,07
T-5	2 610,00	733,58	1 305,00	571,42	56,21

- Precio del Kg de humus = S/. 0,50
- En 10 campañas

3.1.4 Análisis físico y químico del humus de la lombriz roja por tratamiento

Tabla 16:

Análisis físico químico del humus por tratamiento

TTOS	Descripción	C.E. moho/cm	pH	M.O (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na (%)	H (%)
T-2	Cascara de cacao	5,18	6,7	19,26	0,67	0,48	0,43	1,60	0,70	0,05	34,65
T-1	Cascarilla de arroz	3,28	6,3	16,43	0,64	1,19	0,39	1,81	0,58	0,09	31,18
T-5	Restos vegetales	3,31	7,6	13,93	0,56	0,38	0,36	1,63	0,52	0,07	32,55
T-3	Cascara de cítricos	4,20	6,8	15,29	0,53	0,43	0,32	1,64	0,52	0,05	31,69
T-4	Bagazo de caña	3,07	6,9	12,09	0,44	0,29	0,30	1,06	0,43	0,05	27,79

3.2 Discusión

3.2.1 Desarrollo y crecimiento poblacional de *Eisenia foetida*.

Incremento de la población de la lombriz roja

Los desechos vegetales, cáscara de cacao, los restos vegetales y la cascarilla de arroz, demostraron en el presente trabajo que no son aconsejables para ser utilizados en la alimentación, para aumentar la poblacional de la lombriz roja, por

tener alto porcentaje de celulosa que no son fácilmente degradable, disminuyendo así la fuente energética para su proliferación.

Así mismo Cruz (1998), manifiesta referente al desarrollo de la lombriz, que las mezclas conformadas por estiércol más residuos vegetales tuvieron mejor aceptación, por las lombrices debido a su suavidad una vez fermentada, lo que no ocurrió con la cascarilla de arroz, que difícilmente llega a descomponerse en su totalidad, hecho que corrobora lo reportado en el tratamiento T₁.

Incremento del peso (g) de la lombriz roja

De estos resultados, se desprende que el tratamiento T₄ (estiércol de vacuno + bagazo de caña de azúcar) muestra mejores condiciones especialmente física, generando mejores condiciones aeróbicas que influyen, en el aumento del peso de la lombriz y como consecuencia del medio favorable, para un eficiente trabajo de los microorganismos y del invertebrado, es decir hay una excelente combinación, entre las buenas características químicas que forman el estiércol del vacuno, con las buenas características físicas que propicia el bagazo de caña, que por su alto contenido de celulosa son de difícil descomposición.

Por otro lado Torres y Ahumada (1999), manifiesta que las lombrices de género Eisenia, el incremento de su peso, posiblemente esté relacionado con el alimento, además, de las buenas condiciones que uno se les da. De la misma manera Ibáñez (1996), nos dice, que para tener un buen peso de lombrices, se debe proporcionar alimento con una buena combinación para tener un buen peso, en dicho trabajo el promedio es de 0,40 g a 0,30 g.

Incremento de la longitud (cm) de la lombriz roja

La prueba de Duncan (tabla 10), nos muestra que el tratamiento T₅ (estiércol de vacuno + restos vegetales), resultó ser el que mejor efecto causó, en el incremento de la longitud de la lombriz roja, diferenciándose significativamente de los tratamientos T₃, T₄, T₂, T₁, probablemente debido a su menor densidad. Además podemos argumentar que las lombrices han sufrido estrés, en los tratamientos T₁, T₄, T₃ y T₂ por que fueron más expuestos al sol, mientras que el T₅ fue en un lugar adecuado, además la mezcla alimenticia (Estiércol de Vacuno + residuos

vegetales) fue de diferentes especies incluyendo las hojas, frutos lo cual fue favorecido para el incremento de la longitud. Referente a este parámetro Torres y Ahumada (1999), nos dice que el incremento de la longitud, puede ser por algunos, factores de su habitat, ya que en temperatura promedio 15 °C a 16 C°, se reportan resultados positivos en estas condiciones de temperatura.

Numero de huevos producidos por la lombriz roja

En la tabla 11, se muestran la prueba de Duncan de los tratamientos, donde se observa que el número de huevos puestos, por frecuencias de cópulas por los invertebrados, varían de 3017,196 a 3496,475, con un promedio total de 3952,00 huevos, se nota que hay una mínima variación entre los valores, pero cabe destacar que en el mes de noviembre, se produce mayor frecuencia de copulas, estos resultados coinciden con la investigación de Barner (1980), que dice: algunas especies de lombrices terrestres en los meses de primavera a otoño se aparean en forma continua produciéndose la prueba de las cápsulas cada 3 a 4 días después de la copula. De esta manera, se muestra que los alimentos, de los 5 tratamientos son recomendables, para aumentar el número de huevos o capullos de la lombriz roja, pero en los meses de primavera y otoño.

Peso de huevos producidos por la lombriz roja

Realizando la prueba de Duncan, al 5 % (tabla 12) muestra en el primer lugar el T1 con peso promedio de 5 huevos de 0.057 g, no existiendo diferencia significativa con los T5, T3, T4. Estos valores obtenidos pueden ser influenciados por diferentes factores, como la calidad y cantidad de los alimentos suministrados; lo cual coincide con Salas (1991), que dice; alimentado con alimentos frescos y de buena calidad, se obtiene en las lombrices huevos grandes y mayor número de crías por huevos.

Numero de lombricillas por capullo producidos por la lombriz roja

La prueba de Duncan (tabla 13), se muestra que el tratamiento T2 (estiércol de vacuno + cáscara de cacao), fue el mejor comportamiento mostró con respecto, al número de lombricillas (5.45 lombricilla) por capullo o huevo en promedio por cada tratamiento.

Mientras el tratamiento T1 (estiércol de vacuno + cascarilla de arroz) con promedio 3,74 lombricillas por capullo, es el alimento menos recomendable para incrementar el número de lombricillas por capullo; a pesar que entre los tratamientos, en estudio no hay diferencia significativa alguna; se puede indicar que nuestros resultados son similares a los obtenidos por la mayoría de autores, donde la frecuencia de postura es 7 días con 1 a 6 lombricillas por cápsulas y la diferencia entre los tratamientos, se puede argumentar en haber mortalidad, por causa de algunos depredadores existentes en la zona del estudio.

3.2.2 Cantidad de humus producidas en cada tratamiento

La mayor cantidad de humus encontrado en los T1, T5, T3, se debió a que la lombriz roja, utilizó un sustrato alimenticio en la síntesis de sus propiedades proteicas y usos para sus necesidades vitales, excretando la diferencia (75-85 % del alimento ingerido) en forma de humus. De esta manera, se muestra que tanto la cáscara de cacao como el bagazo de caña de azúcar, ambos en mezcla con el estiércol son muy apetecibles para las lombrices, del género *Eisenia* y satisfacer sus necesidades vitales.

Estos resultados se explican porque el incremento de la producción de humus en el T1 (estiércol vacuno + cascarilla de arroz) ello se explica por la consistencia de los residuos del bagazo de caña, cáscara de cacao, los cuales presenta mayor dificultad al manejo, lo cual explica por el grado de desmenuzado, los que al formar la mezcla dejaban menos espacios. Esto no sucedió con la cascarilla de arroz, lo que actuaban como esponja y que sin embargo dejaban mayor cantidad de espacios porosos.

En todos, los casos la producción de humus, puede incrementarse considerablemente, mejorando las condiciones de crianza y llenado de los lechos a una mayor altura; este hecho es corroborado por Castro (1994), quien manifiesta que en todo los casos, la producción de humus puede incrementarse considerablemente, mejorando las condiciones de crianza, llenado de los lechos, además una buena combinación de la dieta.

3.2.3 Relación costo/beneficio del humus producidos en cada tratamiento

Respecto, a la relación costo – beneficio (tabla 15) el tratamiento más económico resultó ser, el tratamiento T1 (56,21%) por presentar alto porcentaje de la relación C/B, mientras tanto los tratamientos T4 (61,07%) fue el menos económico, por presentar bajo beneficio además de baja relación.

En la tabla 15, se reportó el costo real de la producción de humus, en donde se observa que los tratamientos T1 y T4 tienen mayor inversión, porque los residuos vegetales y estiércol para la alimentación fueron trasladados de otro lugar del experimento, donde hubo incremento del costo por el traslado, pero los tratamientos T2, T3, T5 reportan una baja inversión, porque los restos para la alimentación se encontró en el mismo lugar del experimento a excepción, del estiércol de vacuno que fue trasladado de otro lugar.

3.2.4 Análisis físico y químico del humus

Físico

- **Color**, el humus en seco, presentó colores de pardo grisáceo (T1), pardo muy oscuro (T4 y T5) a pardo oscuro (T2 y T3); en húmedo es de, pardo muy oscuro (T1, T4 y T5) a negro (T2 y T3) la diferencia de colores, podría deberse a los diferentes tipos de residuos vegetales, con que se alimentaron a las lombrices. Así mismo Calderón (1991), dice que el color del humus depende, del tipo de alimento que uno se proporciona, lo que coincide con el argumento dado.
- **Humedad**, está relacionado, con la cantidad de materia orgánica existente, donde la materia orgánica, actúa como una esponja y retiene el agua en sus microporos por medio de sus fuerzas capilares. Del resultado obtenido el T2 tuvo mayor porcentaje de humedad de 36,65 % que los del T-4 con 27, 79 %.

Químico

- **pH**, en cuanto a este parámetro, se ha determinado que en el tratamiento T5 el pH del humus es medianamente alcalino y en el tratamiento T1, moderadamente ácido. El incremento del pH está relacionado con la actividad

fisiológica de la lombriz; ya que para neutralizar sus alimentos, segregan carbonato de calcio, amoníaco y urea, donde el calcio, reemplaza a los iones hidrógenos, por lo que el pH aumenta. Por otro lado Ascón (1996), manifiesta que el análisis químico nos indica, el pH el cual debe fluctuar entre 7,4 a 8,4 dependiendo de la presencia y la cantidad de los factores climáticos y edáficos.

- **Materia orgánica**, el tratamiento T2 (19,26 %) contiene el mayor porcentaje de materia orgánica, que el tratamiento T4 (12,09 %); posiblemente sea por los diferentes tipos de sustratos de cada tratamiento. Se debe indicar, que las lombrices aumentan la descomposición de la materia orgánica al estimular la actividad microbiana. Torres y Ahumada (1999), en su análisis químico, nos indica de 40,62 a 49,22 % dependiendo del tipo de alimentación, donde utilizó alfalfa como desecho agrícola y es estiércol de vacuno.
- **Nitrógeno (N%)**, en el análisis, que se realizó en el tratamiento T2 se encontró mayor concentración de Nitrógeno, (N. 0,67 %) que los demás tratamientos, esta diferencia se debe que al realizar el experimento, se concluye que las lombrices a través de sus actividades, permiten que el nitrógeno total de la materia orgánica sea asimilable. El nitrógeno que se ha determinado, puede tener como fuente a las proteínas las cuales han liberado sus aminoácidos, posiblemente se ha realizado, los procesos de amonificación y nitrificación de la materia orgánica, porque los microorganismos, realizan dichos procesos en pH neutros y alcalinos lo cual no ocurrió con algunos tratamientos que tubo bajo contenido de nitrógeno.

Torres y Ahumada (17), en sus análisis químicos reportan de 1,40 a 1,76 % de nitrógeno, por tener alimento de buena calidad, de la misma manera Ascón (1996), en sus análisis químico reporta 0,97 a 1,2 % de nitrógeno.

- **Fosforo (P_2O_5 %)**, Los análisis demuestran, que el tratamiento T1 tiene la mayor concentración (1.19%) de P_2O_5 frente a los que reportan valores más bajos, sea esto que se relaciona con la materia orgánica, ya que, al descomponerse liberan ácidos que aumenta la solubilidad de los fosfatos naturales.

- **Potasio (K_2O %)**, el tratamiento, T2 tiene mayor contenido de potasio (0.43%) de K_2O que los demás tratamientos; puede ser que haya ocurrido, durante la descomposición de la materia orgánica, al liberar ácidos orgánicos. El potasio se solubiliza fácilmente, debido a que no interviene en los enlaces covalentes, solo permanece como ión activo en las células vegetales.
- **Calcio, Magnesio (%Ca, %Mg)**, en el tratamiento T1 existe mayor concentración de calcio, esta diferencia se debe, que al realizar el proceso de descomposición los microorganismos y los invertebrados han liberado ácidos orgánicos, porque las lombrices, tenían que neutralizar dichos ácidos, segregando calcio, en algunos caso ocurrió así por eso varia los contenidos. En el caso del Magnesio, (Mg) el tratamiento T2 tuvo la mayor concentración (0,70 % de MgO) existiendo diferencias numéricas entre los tratamientos, lo que se puede decir que tenía como fuente de origen a la materia orgánica.

CONCLUSIONES

- La proporción en volumen de 2:1 de estiércol y desechos vegetales por su fácil manejo, poco tiempo en descomponer y además una, óptima combinación, fue el mejor alimento de la *Eisenia foetida*.
- La mayor población de lombrices y mejor incremento en peso, se obtuvo en el T4 (estiércol de vacuno + bagazo de caña), demostrando ser alimento de una excelente combinación y de mejores condiciones físicas.
- La mayor cantidad de humus se cosechó en los tratamientos T1 (estiércol de vacuno + cascarilla de arroz) y T5 (estiércol de vacunos + restos vegetales) mientras que el T4 y T2 se obtuvieron las menores cosechas, esto debido a que la lombriz roja tuvo menos espacios por la consistencia de los residuos encontrados, pero no sucedió con la cascarilla de arroz lo que actuó como esponja.
- El T1 con el 56,35% en la relación costo/beneficio fue el más económico, aunque no se registró pérdida en ninguno de los tratamientos.
- El T2 (estiércol de vacuno + cacao) obtuvo las mejores características en cuanto a la cantidad de materia orgánica (19,26%) nitrógeno (0,67%), K₂O (0,43%), calcio (0,43%) y magnesio (0,70%).
- Los resultados del análisis químico del presente trabajo reportaron valores bajos de acuerdo a los estándares nacionales en Lombricultura, principalmente por el tipo de manejo de la ganadería en nuestra región, que por lo general es el de tipo extensivo y con pastura de baja calidad.

RECOMENDACIONES

- Incentivar la actividad de la Lombricultura, utilizando como alimento el estiércol de vacuno y desechos agrícolas (cascarilla de arroz, cáscara de cacao, cítricos y bagazo de caña por ser de fácil obtención y bajos costos.
- Incentivar a los agricultores para la práctica de la Lombricultura, recomendándolo la proporción 2:1 (2 de estiércol x 1 desechos vegetales) para la producción de humus como abono orgánico que puede ser utilizado favorablemente tanto en el mejoramiento de la fertilidad natural del suelo, como en la conservación del medio ambiente.
- Promover la Lombricultura en San Martín priorizando utilizar como alimento la cáscara de cacao y el bagazo de caña, en combinación con el estiércol de vacuno porque demostraron ser los mejores sustratos en el trabajo, tanto en materia orgánica, como en mayor población de lombrices.
- Es necesario continuar con el trabajo de investigación aplicando el humus obtenido a cada plantación (cacao, cítricos, caña de azúcar y arroz) para evaluar el rendimiento de cada uno; para así terminar un ciclo en cada plantación dada y contar con un paquete tecnológico de cada plantación, con abono orgánico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ascón, G. (1996). “*Utilización de tres tipos de abonos orgánicos en la crianza y producción de la lombriz Eisenia foetida en San Martín*”. Folio Amazónico Vol. – 7 IIAP Iquitos Perú. pp 83 – 96.
- Barner, R. (1980). “*Zoológico de los Invertebrados*”. Editorial interamericano. Cuarta edición. México. pp 12 – 13.
- Calderón, C. (1991). “*Curso Básico de Lombricultura*”. Universidad Nacional de la Molina. Lima – Perú. pp 19 – 21.
- Callañaupa, C. (1991). “*Curso Básico de Lombricultura Nativa*” Roja Ayacuchana “*Eisenia spp como alternativa para producir humus*”; curso nacional de Lombricultura UNA la Molina – Lima Perú.
- Castro, G. (1994). “*Crianza intensiva de lombrices y producción de humus en Huariaca, curso nacional de Lombricultura* UNA la Molina – Lima Perú.
- Coral, F. (1994). “*Crianza de Lombrices de Tierra y Producción de Humus*”. Editorial Agrario. Lima – Perú. 130p.
- Cruz, F. (1998). “*Ensayo de tres tipos de alimentación para lombrices*”. Folio amazónico Vol. – 9. IIAP Iquitos – Perú.
- Figuerola, P. (1994). “*Informe técnico y práctico de Lombricultura*”. Curso final de Lombricultura, UNA la Molina – Lima Perú.
- Holdridge, L. (1987). “*Ecología IICA Turrialba*”. Costa Rica. 216p.
- Ibañez, J. M. (1996). “*Influencia de cinco mezclas alimenticias en la densidad poblacional y biomasa de la lombriz roja (Eisenia foetida) y la calidad del humus producidos en el distrito de Morales – Región San Martín*”. Tesis para optar el

título profesional de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias UNSM Tarapoto – Perú.

Rojas, M. (1982). “*Métodos Estadísticos para la Investigación*”. DAAP. Facultad de Agronomía – UNSM – Tarapoto. 55p.

Salas, S. (1991). “*Crianza y Manejo de Lombrices de Tierra*”. Proyecto de Lombricultura. IIAP. Lima – Perú. 130p.

Senamhi. (2001). “*Servicios Nacional de Metrología e Hidrología*” – Dirección Regional de San Martín.

Torres C. y A. Ahumada (1999). “*Alternativa al uso de los desechos agropecuarios de la Universidad Nacional de Cajamarca*”, con la Lombricultura, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca – Perú.

ANEXOS

Anexo 1: Análisis de varianza para el incremento de la población. Datos transformados según \sqrt{x} .

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
TRATS	4	2862.965734	715.741433	12.99	**
ERROR	15	826.732721	55.115515		
TOTAL	19	3689.698455			

Anexo 2: Análisis de varianza para el incremento del peso de la lombriz roja.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
TRATS	4	0.031510	0.007877	5.32	**
ERROR	15	0.022213	0.001481		
TOTAL	19	0.053722			

Anexo 3: Análisis de varianza para el incremento de longitud de la lombriz roja.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
TRATS	4	7.923520	1.980880	7.42	* *
ERROR	15	4.006800	0.267120		
TOTAL	19	11.930320			

Anexo 4: Análisis de varianza para el número de huevos producidos por la lombriz roja. Datos transformados por \sqrt{x} .

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
TRATS	4	56.373022	14.093255	0.56	N. S.
ERROR	15	376.442908	25.096194		
TOTAL	19	432.815930			

Anexo 5: Análisis de varianza para el peso de cinco huevos de la lombriz roja.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
TRATS	4	0.000215	0.000054	1.94	N. S.
ERROR	15	0.000417	0.000028		
TOTAL	19	0.000632			

Anexo 6: Análisis de varianza para el número de lombricillas por capullos producidos por la lombriz roja. Datos transformados por $\sqrt{(x+0.5)}$

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
TRATS	4	0.427469	0.106867	1.53	N. S.
ERROR	15	1.045091	0.069673		
TOTAL	19	1.472560			

Anexo 7: Análisis de varianza para la cantidad de humus producidos en los tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
TRATS	4	60.700000	15.175000	11.24	* *
ERROR	15	20.250000	1.350000		
TOTAL	19	80.950000			

Anexo 8: Cuadro de Resumen del número de huevos producidos por la lombriz en el período de evaluación.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					TOTAL	PROM.
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5		
A	2700	2500	3400	2900	3500	15000	3000
B	4000	2350	3200	3500	2650	15700	3140
C	3500	3250	3800	2900	2900	16350	3270
D	2900	4141	3600	4300	3050	17991	3598
TOTAL	13100	12214	14000	13600	12100		
PROMEDIO	3275	3060	3500	3400	3025		3252

Anexo 9: Cuadro de Resumen del peso (g) de cinco huevos producidos por la lombriz en el periodo de evaluación.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					TOTAL	PROM.
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5		
A	0.056	0.050	0.047	0.047	0.058	0.258	0.052
B	0.054	0.052	0.053	0.055	0.055	0.269	0.054
C	0.053	0.046	0.056	0.058	0.58	0.271	0.054
D	0.064	0.039	0.057	0.051	0.045	0.256	0.051
TOTAL	0.227	0.187	0.213	0.211	0.216		
PROMEDIO	0.057	0.047	0.053	0.053	0.054		0.053

Anexo 10: Cuadro de resumen del número de lombricillas por capullos producidos por la lombriz en el periodo de evaluación.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					TOTAL	PROM.
	T-1	T-2	T-3	T- 4	T-5		
A	4	5	3	5	3	20	4.0
B	4	6	4	7	6	27	5.4
C	4	7	5	3	4	23	4.6
D	3	4	4	6	5	22	4.4
TOTAL	15	22	16	21	18		
PROMEDIO	3.8	5.5	4.0	5.3	4.5		4.6

Anexo 11: Cuadro de resumen de peso (g) por lombriz en el periodo de evaluación.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					TOTAL	PROM.
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5		
A	0.31	0.31	0.38	0.39	0.34	1.73	0.35
B	0.29	0.21	0.39	0.39	0.22	1.50	0.30
C	0.29	0.3	0.34	0.36	0.29	1.58	0.32
D	0.27	0.29	0.39	0.35	0.37	1.67	0.33
TOTAL	1.16	1.11	1.50	1.49	1.22		
PROMEDIO	0.29	0.28	0.38	0.37	0.31		0.32

Anexo 12: Cuadro de resumen de la longitud (cm) por lombriz en el periodo de la evaluación.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					TOTAL	PROM.
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5		
A	6.80	6.70	7.22	6.48	7.80	35.00	7.00
B	6.10	6.48	6.06	6.44	7.44	32.52	6.50
C	6.74	6.42	7.38	7.16	9.40	37.10	7.42
D	6.38	6.46	6.56	6.74	8.08	34.22	6.84
TOTAL	26.02	26.06	27.22	26.82	32.72		
PROMEDIO	6.51	6.52	6.81	6.71	8.18		6.94

Anexo 13: Cuadro de resumen de numero de lombrices (por cada alimentación) en el periodo de evaluación.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					TOTAL	PROM.
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5		
A	12100.00	10290.00	14911.00	17555.00	8900.00	63756.00	12751.2
B	12470.00	8950.00	13420.00	16420.00	7800.00	59060.00	11812
C	15290.00	10811.00	14670.00	17935.00	10800.00	69506.00	13901.2
D	14100.00	12022.00	19040.00	14200.00	10900.00	70262.00	14052.4
TOTAL	53960.00	42073.00	62041.00	66110.00	38400.00		
PROMEDIO	13490	10518.00	15510.25	16527.5	9600		

Anexo 14: Cuadro de resumen de la cantidad de humus producidos en cada tratamiento.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					TOTAL	PROM.
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5		
A	68	65	67	63	66	329	65.8
B	67	63	66	64	66	326	65.2
C	69	64	64	64	68	329	65.8
D	67	62	68	63	61	321	64.2
TOTAL	271	254	265	254	261		
PROMEDIO	67.8	63.5	66.3	63.5	65.3		65.3

Anexo 15: Cantidad y porcentaje de producción de alimento durante la preparación de alimentos.

TTOS	PRIMER ALIMENTO			SEGUNDO ALIMENTO			TERCER ALIMENTO		
	CANT. INICIAL	CANT. FINAL	RED %	CANT. INICIAL	CANT. FINAL	RED %	CANT. INICIAL	CANT. FINAL	REDU %
T1	200	115	57.50	180	88	48.90	140	68	48.60
T2	200	101	50.50	180	91	50.50	140	62	44.30
T3	200	110	55.00	180	89	49.90	140	66	47.10
T4	200	109	54.50	180	85	47.20	140	60	42.90
T5	200	114	57.00	180	83	46.10	140	70	50.00

Anexo 16: Tiempo de preparación de alimento en cada tratamiento.

TTOS	PRIMER ALIMENTO			SEGUNDO ALIMENTO			TERCER ALIMENTO		
	INICIO	OPTIMO	TIEMPO	INICIO	OPTIMO	TIEMPO	INICIO	OPTIMO	TIEMPO
T1	08/01/01	08/03/01	60	12/02/01	29/03/01	45	19/03/01	28/04/01	40
T2	08/01/01	26/03/01	50	12/02/01	27/03/01	43	19/03/01	19/04/01	50
T3	08/01/01	03/03/01	55	12/02/01	24/03/01	44	19/03/01	23/04/01	35
T4	08/01/01	08/03/01	60	12/02/01	29/03/01	45	19/03/01	23/04/01	35
T5	08/01/01	03/03/01	55	12/02/01	29/03/01	46	19/03/01	28/04/01	40

Anexo 17: Tiempo de transformación de alimento al humus en cada tratamiento.

TRATAMIENTO	TIEMPO DE TRANSFORMACIÓN		
	INICIO	FINAL	TIEMPO
T1	10/04/01	22/08/01	104
T2	10/04/01	10/08/01	90
T3	10/04/01	05/08/01	85
T4	10/04/01	13/08/01	95
T5	10/04/01	13/08/01	95

Anexo 18: Toma de datos de T°, pH, H° y H₂O en el tratamiento T-1 en el periodo de evaluación.

ECHA	TOMA DE DATOS			
	T(°C)	PH	H° %	H2O (lts)
16/04/01	25	6.00	70	15
23/04/01	25	6.10	70	15
30/04/01	24	6.00	65	15
07/05/01	24	6.00	70	15
14/05/01	24	6.00	70	15
21/05/01	24	6.10	70	15
28/05/01	25	6.00	75	15
04/06/01	25	6.00	80	15
11/06/01	25	6.10	75	15
18/06/01	24	6.10	75	15
25/06/01	25	6.20	65	15
02/07/01	25	6.20	70	15
09/07/01	24	6.30	70	15
16/07/01	24	6.30	70	15
23/07/01	25	6.20	75	15
30/07/01	25	6.30	75	15
06/08/01	25	6.30	75	15
13/08/01	24	6.30	70	15
20/08/01	24	6.30	72	15

Anexo 19: Toma de datos de T°, pH, H° y H₂O en el tratamiento T-2 en el periodo de evaluación.

ECHA	TOMA DE DATOS			
	T(°C)	PH	H° %	H2O (lts)
16/04/01	25	6.4	70	15
23/04/01	25	6.4	70	15
30/04/01	24	6.3	65	15
07/05/01	24	6.3	80	15
14/05/01	25	6.3	85	15
21/05/01	25	6.4	70	15
28/05/01	25	6.4	70	15
04/06/01	25	6.5	75	15
11/06/01	25	6.5	75	15
18/06/01	25	6.5	75	15
25/06/01	24	6.5	75	15
02/07/01	25	6.5	75	15
09/07/01	24	6.5	70	15
16/07/01	24	6.5	75	15
23/07/01	25	6.6	70	15
30/07/01	25	6.6	70	15
06/08/01	25	6.7	70	15
13/08/01	24	6.7	70	15
20/08/01	24	6.7	70	15

Anexo 20: Toma de datos de T°, pH, H° y H₂O en el tratamiento T-3 en el periodo de evaluación.

ECHA	TOMA DE DATOS			
	T(°C)	PH	H° %	H2O (lts)
16/04/01	25	6.4	70	15
23/04/01	25	6.4	70	15
30/04/01	24	6.4	70	15
07/05/01	24	6.4	70	15
14/05/01	25	6.5	70	15
21/05/01	25	6.4	70	15
28/05/01	25	6.4	70	15
04/06/01	25	6.5	75	15
11/06/01	24	6.5	75	15
18/06/01	24	6.6	75	15
25/06/01	24	6.6	75	15
02/07/01	24	6.6	75	15
09/07/01	23	6.7	70	15
16/07/01	24	6.6	70	15
23/07/01	24	6.8	75	15
30/07/01	25	6.8	75	15
06/08/01	25	6.8	75	15
13/08/01	25	6.7	75	15
20/08/01	25	6.8	70	15

Anexo 21: Toma de datos de T°, pH, H° y H₂O en el tratamiento T-4 en el periodo de evaluación.

ECHA	TOMA DE DATOS			
	T(°C)	PH	H° %	H2O (lts)
16/04/01	25	6.5	70	15
23/04/01	25	6.5	70	15
30/04/01	25	6.4	70	15
07/05/01	24	6.4	70	15
14/05/01	24	6.6	70	15
21/05/01	24	6.6	70	15
28/05/01	24	6.5	70	15
04/06/01	24	6.5	75	15
11/06/01	25	6.8	75	15
18/06/01	25	6.7	75	15
25/06/01	24	6.7	75	15
02/07/01	24	6.8	75	15
09/07/01	23	6.6	70	15
16/07/01	24	6.8	70	15
23/07/01	24	6.8	75	15
30/07/01	25	6.9	75	15
06/08/01	25	6.9	75	15
13/08/01	25	6.9	75	15
20/08/01	25	6.9	70	15

Anexo 22: Toma de datos de T°, pH, H° y H₂O en el tratamiento T-5 en el periodo de evaluación.

ECHA	TOMA DE DATOS			
	T(°C)	PH	H° %	H2O (lts)
16/04/01	25	6.7	70	15
23/04/01	25	6.7	70	15
30/04/01	25	6.7	70	15
07/05/01	24	6.8	70	15
14/05/01	24	6.8	70	15
21/05/01	25	6.8	70	15
28/05/01	25	6.7	70	15
04/06/01	25	6.7	75	15
11/06/01	23	6.8	75	15
18/06/01	23	6.9	75	15
25/06/01	25	6.9	75	15
02/07/01	25	7	75	15
09/07/01	25	7	70	15
16/07/01	25	7.1	70	15
23/07/01	25	7.1	75	15
30/07/01	25	7.2	75	15
06/08/01	25	7.6	75	15
13/08/01	24	7.6	75	15
20/08/01	24	7.6	70	15

Anexo 23: Costo de producción del tratamiento T-1.

RUBROS	U.N.	CANTIDAD	P. UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL
			S/.	S/.	S/.
1. CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES Y LECHOS					98.47
Horcones de Quinilla (5 m c/u)	Unidad	6	30.00/15	12.00	
Vigas (5 m c/u)	“	8	20.00/15	10.60	
Caibros	“	9	4.00/15	6.00	
Cumbrera	“	36	10.00/15	9.60	
Solera	“	6	5.00/15	4.00	
King	“	3	2.00/15	1.00	
Hojas de palma	“	216	2.50/15	28.80	
Clavo de 2”	Kg	4	3.50/15	0.67	
Clavo de 3”	“	10	5.00/15	2.33	
Clavo de 5”	“	4	12.00/15	1.33	
Tablas	Pt	56	100.00/15	7.47	
Mano de obra	Jornal	10	10.00/15	8.00	
Transporte de madera y hojas	Flete	100	100.00/15	6.67	
2. HERRAMIENTAS Y MATERIALES					43.78
Carretilla boggy	Unidad	1	150.00/15	10.00	
Palana	“	2	30.00/15	4.00	
Machete	“	2	10.00/15	1.33	
Manguera de (50 m)	“	50	2.00/7	14.29	
Balanza romana	“	1	15.00/7	2.14	
Tamiz	“	1	20.00/15	1.33	
Serrucho	“	1	20.00/15	1.33	
Rastrillo	“	1	20.00/15	1.33	
Martillo	“	1	8.00/15	0.53	
Costales	“	60	0.50/4	7.50	
3. OBTENCIÓN DEL ALIMENTO					
Recolección del estiércol del vacuno	Jornal	2	12	24.00	24.00
Transporte del estiércol del vacuno	Flete	1	30	30.00	30.00
Recolección de cáscara de arroz	Jornal	2	12	24.00	24.00
Transporte de la cáscara de arroz	Flete	1	30	30.00	30.00
4. OBTENCIÓN DE LA LOMBRIZ ROJA	Millar	10	50.00/15	33.33	33.33
5. ALIMENTACIÓN Y CUIDADO	Jornal	40	12	480.00	480.00
COSTO TOTAL					763.58

Anexo 24: Costo de producción del tratamiento T-2.

RUBROS	U.N.	CANTIDAD	P. UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL
			S/.	S/.	S/.
1. CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES Y LECHOS					98.47
Horcones de Quinilla (5 m c/u)	Unidad	6	30.00/15	12.00	
Vigas (5 m c/u)	“	8	20.00/15	10.60	
Caibros	“	9	4.00/15	6.00	
Cumbrera	“	36	10.00/15	9.60	
Solera	“	6	5.00/15	4.00	
King	“	3	2.00/15	1.00	
Hojas de palma	“	216	2.50/15	28.80	
Clavo de 2”	Kg	4	3.50/15	0.67	
Clavo de 3”	“	10	5.00/15	2.33	
Clavo de 5”	“	4	12.00/15	1.33	
Tablas	Pt	56	100.00/15	7.47	
Mano de obra	Jornal	10	10.00/15	8.00	
Transporte de madera y hojas	Flete	100	100.00/15	6.67	
2. HERRAMIENTAS Y MATERIALES					43.78
Carretilla boggy	Unidad	1	150.00/15	10.00	
Palana	“	2	30.00/15	4.00	
Machete	“	2	10.00/15	1.33	
Manguera de (50 m)	“	50	2.00/7	14.29	
Balanza romana	“	1	15.00/7	2.14	
Tamiz	“	1	20.00/15	1.33	
Serrucho	“	1	20.00/15	1.33	
Rastrillo	“	1	20.00/15	1.33	
Martillo	“	1	8.00/15	0.53	
Costales	“	60	0.50/4	7.50	
3. OBTENCIÓN DEL ALIMENTO					
Recolección del estiércol del vacuno	Jornal	2	12	24.00	24.00
Transporte del estiércol del vacuno	Flete	1	30	30.00	30.00
Recolección de cáscara de cacao	Jornal	1	12	12.00	12.00
Transporte de la cáscara de cacao	Jornal	1	12	12.00	12.00
4. OBTENCIÓN DE LA LOMBRIZ ROJA	Millar	10	50.00/15	33.33	33.33
5. ALIMENTACIÓN Y CUIDADO	Jornal	40	12	480.00	480.00
COSTO TOTAL					733.58

Anexo 25: Costo de producción del tratamiento T-3.

RUBROS	U.N.	CANTIDAD	P. UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL
			S/.	S/.	S/.
1. CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES Y LECHOS					98.47
Horcones de Quinilla (5 m c/u)	Unidad	6	30.00/15	12.00	
Vigas (5 m c/u)	“	8	20.00/15	10.60	
Caibros	“	9	4.00/15	6.00	
Cumbrera	“	36	10.00/15	9.60	
Solera	“	6	5.00/15	4.00	
King	“	3	2.00/15	1.00	
Hojas de palma	“	216	2.50/15	28.80	
Clavo de 2”	Kg	4	3.50/15	0.67	
Clavo de 3”	“	10	5.00/15	2.33	
Clavo de 5”	“	4	12.00/15	1.33	
Tablas	Pt	56	100.00/15	7.47	
Mano de obra	Jornal	10	10.00/15	8.00	
Transporte de madera y hojas	Flete	100	100.00/15	6.67	
2. HERRAMIENTAS Y MATERIALES					43.78
Carretilla boggy	Unidad	1	150.00/15	10.00	
Palana	“	2	30.00/15	4.00	
Machete	“	2	10.00/15	1.33	
Manguera de (50 m)	“	50	2.00/7	14.29	
Balanza romana	“	1	15.00/7	2.14	
Tamiz	“	1	20.00/15	1.33	
Serrucho	“	1	20.00/15	1.33	
Rastrillo	“	1	20.00/15	1.33	
Martillo	“	1	8.00/15	0.53	
Costales	“	60	0.50/4	7.50	
3. OBTENCIÓN DEL ALIMENTO					
Recolección del estiércol del vacuno	Jornal	2	12	24.00	24.00
Transporte del estiércol del vacuno	Flete	1	30	30.00	30.00
Recolección de cáscara de cítrico	Jornal	2	12	24.00	24.00
Transporte de la cáscara de cítrico	Jornal	1	12	12.00	12.00
4. OBTENCIÓN DE LA LOMBRIZ ROJA	Millar	10	50.00/15	33.33	33.33
5. ALIMENTACIÓN Y CUIDADO	Jornal	40	12	480.00	480.00
COSTO TOTAL					745.58

Anexo 26: Costo de producción del tratamiento T-4.

RUBROS	U.N.	CANTIDAD	P. UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL
			S/.	S/.	S/.
1. CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES Y LECHOS					98.47
Horcones de Quinilla (5 m c/u)	Unidad	6	30.00/15	12.00	
Vigas (5 m c/u)	“	8	20.00/15	10.60	
Caibros	“	9	4.00/15	6.00	
Cumbrera	“	36	10.00/15	9.60	
Solera	“	6	5.00/15	4.00	
King	“	3	2.00/15	1.00	
Hojas de palma	“	216	2.50/15	28.80	
Clavo de 2”	Kg	4	3.50/15	0.67	
Clavo de 3”	“	10	5.00/15	2.33	
Clavo de 5”	“	4	12.00/15	1.33	
Tablas	Pt	56	100.00/15	7.47	
Mano de obra	Jornal	10	10.00/15	8.00	
Transporte de madera y hojas	Flete	100	100.00/15	6.67	
2. HERRAMIENTAS Y MATERIALES					43.78
Carretilla boggy	Unidad	1	150.00/10	10.00	
Palana	“	2	30.00/4	4.00	
Machete	“	2	10.00/2	1.33	
Manguera de (50 m)	“	50	2.00/4	14.29	
Balanza romana	“	1	15.00/4	2.14	
Tamiz	“	1	20.00/4	1.33	
Serrucho	“	1	20.00/4	1.33	
Rastrillo	“	1	20.00/6	1.33	
Martillo	“	1	8.00/6	0.53	
Costales	“	60	0.50/2	7.50	
3. OBTENCIÓN DEL ALIMENTO					
Recolección del estiércol del vacuno	Jornal	2	12	24.00	24.00
Transporte del estiércol del vacuno	Flete	1	30	30.00	30.00
Recolección de bagazo de caña de azúcar	Jornal	3	12	36.00	36.00
Transporte de la bagazo de caña de azúcar	Flete	1	30	30.00	30.00
4. OBTENCIÓN DE LA LOMBRIZ ROJA	Millar	10	50.0/15	33.33	33.33
5. ALIMENTACIÓN Y CUIDADO	Jornal	40	12	480.00	480.00
COSTO TOTAL					775.58

Anexo 27: Costo de producción del tratamiento T-5.

RUBROS	U.N.	CANTIDAD	P. UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL
			S/.	S/.	S/.
1. CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES Y LECHOS					98.47
Horcones de Quinilla (5 m c/u)	Unidad	6	30.00/15	12.00	
Vigas (5 m c/u)	“	8	20.00/15	10.60	
Caibros	“	9	4.00/15	6.00	
Cumbrera	“	36	10.00/15	9.60	
Solera	“	6	5.00/15	4.00	
King	“	3	2.00/15	1.00	
Hojas de palma	“	216	2.50/15	28.80	
Clavo de 2”	Kg	4	3.50/15	0.67	
Clavo de 3”	“	10	5.00/15	2.33	
Clavo de 5”	“	4	12.00/15	1.33	
Tablas	Pt	56	100.00/15	7.47	
Mano de obra	Jornal	10	10.00/15	8.00	
Transporte de madera y hojas	Flete	100	100.00/15	6.67	
2. HERRAMIENTAS Y MATERIALES					43.78
Carretilla boggy	Unidad	1	150.00/15	10.00	
Palana	“	2	30.00/15	4.00	
Machete	“	2	10.00/15	1.33	
Manguera de (50 m)	“	50	2.00/7	14.29	
Balanza romana	“	1	15.00/7	2.14	
Tamiz	“	1	20.00/15	1.33	
Serrucho	“	1	20.00/15	1.33	
Rastrillo	“	1	20.00/15	1.33	
Martillo	“	1	8.00/15	0.53	
Costales	“	60	0.50/4	7.50	
3. OBTENCIÓN DEL ALIMENTO					
Recolección del estiércol del vacuno	Jornal	2	12	24.00	24.00
Transporte del estiércol del vacuno	Flete	1	30	30.00	30.00
Recolección de restos vegetales	Jornal	1	12	12.00	12.00
Transporte de restos vegetales	Jornal	1	12	12.00	12.00
4. OBTENCIÓN DE LA LOMBRIZ ROJA	Millar	10	50.00/15	33.33	33.33
5. ALIMENTACIÓN Y CUIDADO	Jornal	40	12	480.00	480.00
COSTO TOTAL					733.58